



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 9800735-1 A**

(22) Data de Depósito: 19/02/1998

(43) Data de Publicação: 13/07/1999
(RPI 1488)

(51) Int. Cl.⁵:
F02G 5/02
H02K 57/00

(54) Título: **UNIDADE PARA A PRODUÇÃO
SUMULTÂNEA DE ENERGIA ELÉTRICA E ENERGIA
TÉRMICA**

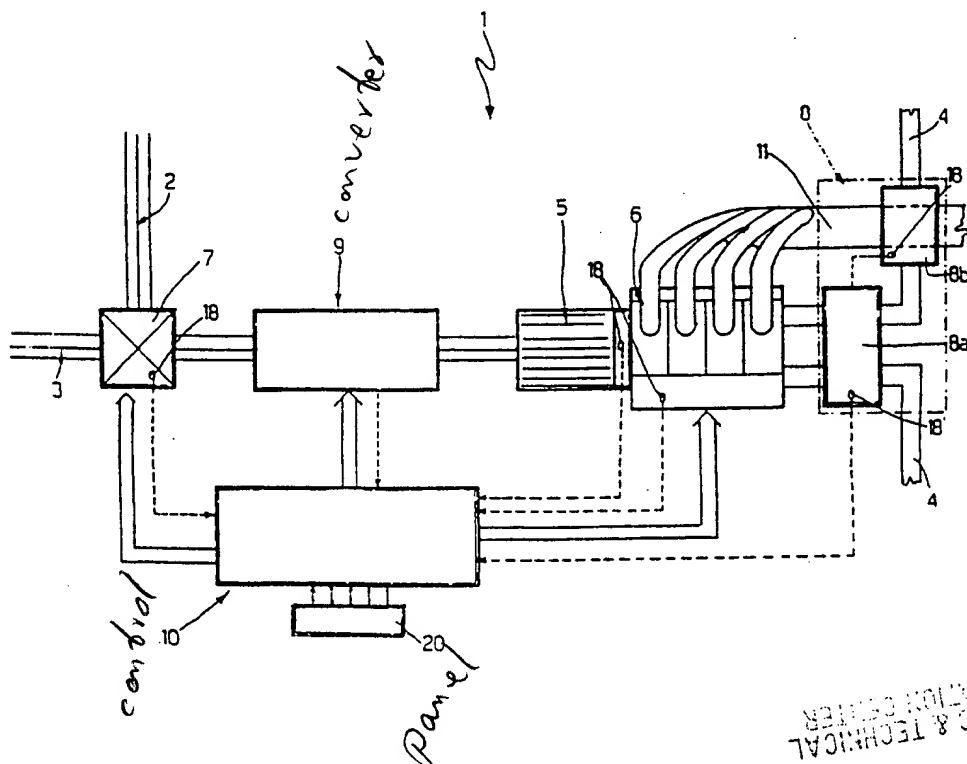
(30) Prioridade Unionista: 25/02/1997 IT BO97A 000091

(71) Depositante(s): Eletronica Santerno S.p.A. (IT)

(72) Inventor(es): Sergio Zanarini

(74) Procurador: Martinez & Kneblewski S/C Ltda.

(57) Resumo: "UNIDADE PARA A PRODUÇÃO SIMULTÂNEA DE ENERGIA ELÉTRICA E ENERGIA TÉRMICA". A presente invenção se refere a uma unidade de cogeração (1), a qual compreende um gerador elétrico (5) do tipo assíncrono para a produção de energia elétrica, um motor térmico (6) para manter o gerador elétrico (5) girando e para a produção de energia térmica, uma unidade de conversão (9) de energia elétrica para converter a energia elétrica com frequência de rede variável (L) na saída do gerador elétrico (5) em energia elétrica com frequência de rede constante (F) a ser enviada a uma rede elétrica (2, 3) conectada à própria unidade de cogeração (1), e uma unidade de controle a qual presta-se a controlar o motor térmico (6) e a unidade de conversão (9) em função de demanda de energia elétrica e energia térmica dos consumidores externos.



SCIENTIFIC & TECHNICAL
INFORMATION CENTER

SEP 23 1999

REC'D

9800735

1/10

"UNIDADE PARA A PRODUÇÃO SIMULTÂNEA DE ENERGIA ELÉTRICA E ENERGIA
TÉRMICA"

Antecedentes da Invenção

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a uma unidade para a
produção simultânea de energia elétrica e energia térmica, ou
seja, uma unidade de cogeração.

Descrição da Técnica Anterior

10 No decorrer dos últimos anos, no setor da indústria
pesada, vem sendo registrado um aumento marcante no número de
unidades de cogeração de potência de médio a grande porte
empregadas. Esse aumento é principalmente devido ao elevado
rendimento elétrico que essas unidades de cogeração atingiram, e
pelo fato que nos processos industriais se manifesta cada vez com
15 maior freqüência a necessidade de se dispor simultaneamente de
energia elétrica e calórica.

20 O emprego de unidades de cogeração de baixa potência
para fornecer, por exemplo, água quente e energia elétrica nas
zonas rurais que não podem alcançar a rede elétrica pública está
por outro lado sendo reduzido cada vez mais devido à falta de
unidades de cogeração com elevado rendimento energético e
contenção de custos. Atualmente, de fato, as unidades de
cogeração de baixa potência compreendem um gerador elétrico do
tipo síncrono, uma unidade motriz de combustão interna
25 (geralmente um motor Diesel) que se destina a manter o próprio
gerador elétrico girando, e um trocador de calor destinado a
recuperar o calor produzido pela unidade motriz, para produzir
água à alta temperatura para usos variados. As unidades

velocidade angular constante e pré-estipulada em função da frequência da rede elétrica a ser substituída.

O principal inconveniente das unidades de cogeração de baixa potência descritas acima é que elas têm uma estrutura obsoleta que, para garantir uma segurança comparável àquela propiciada pelas unidades de cogeração de média a alta potência, requerem a utilização de uma unidade de controle cujo custo incide de maneira pesada no custo global da própria unidade de cogeração.

Por outro lado, as unidades de cogeração de baixa potência descritas acima requerem ainda a supervisão de um operador, e são do tipo que se adaptam apenas marginalmente às flutuações da demanda de energia elétrica ou energia térmica, uma vez que a unidade de controle age exclusivamente sobre a unidade motriz e é condicionada pelos tempos de resposta da própria unidade motriz.

Portanto, o objetivo da presente invenção consiste na apresentação de uma unidade de cogeração de baixa potência flexível, segura e de produção barata.

De acordo com a presente invenção, é apresentada uma unidade para a produção simultânea de energia elétrica e energia térmica que deve ser conectada a pelo menos uma rede elétrica e a um consumidor de energia elétrica e a um consumidor de energia térmica; onde pelo menos uma referida rede elétrica deve distribuir a energia elétrica com uma primeira frequência de rede constante; sendo que a referida unidade compreende um gerador elétrico para a produção de energia elétrica com uma segunda frequência de rede, um motor térmico para o acionamento do referido gerador elétrico e para a produção de energia térmica, um trocador de calor para a transferência da energia térmica

produzida pelo referido motor elétrico ao referido consumidor, uma unidade de conversão para a transferência de energia elétrica com a primeira frequência de rede de e para pelo menos uma referida rede elétrica e de energia elétrica com a segunda 5 frequência de rede de e para o referido gerador elétrico, e uma unidade de controle para o gerenciamento do referido motor elétrico e da referida unidade de conversão em função de uma pluralidade de parâmetros de funcionamento.

Breve Descrição dos Desenhos

10 A presente invenção será agora descrita com referência aos desenhos anexos, os quais ilustram um exemplo de atuação não limitador, nos quais:

a figura 1 ilustra de modo esquemático uma unidade de cogeração obtida de acordo com os preceitos da presente 15 invenção;

a figura 2 ilustra de modo esquemático uma primeira modalidade da unidade da figura 1; e

a figura 3 ilustra de modo esquemático uma segunda modalidade da unidade da figura 1.

20 Descrição Detalhada das Realizações Preferidas

Com referência à Figura 1, o número de referência indica, em sua totalidade, uma unidade de baixa potência para a produção simultânea de energia elétrica e de energia térmica, também de outro modo indicada como unidade de cogeração de baixa 25 potência.

A unidade 1 está intercalada entre uma rede elétrica principal 2 fornecedora de energia elétrica, com uma frequência de rede F determinada, e uma rede elétrica secundária 3 à qual

produzida.

A unidade 1 compreende um gerador elétrico rotativo 5, de um tipo conhecido, destinado a produzir energia elétrica com uma frequência de rede L variável em função do regime de rotação; um motor térmico 6 destinado a manter o eixo do gerador 5 girando a uma velocidade todavia variável para produzir a energia elétrica; um ponto de nó de troca de energia 7 ao qual estão conectadas tanto a rede elétrica principal 2 quanto a rede elétrica secundária 3; e um trocador de calor 8, o qual está conectado ao circuito hidráulico 4, e se destina a recuperar a energia térmica produzida pelo motor térmico 6 e, eventualmente, pelo gerador 5, para aquecer o fluido circulante no próprio circuito hidráulico 4. A unidade 1 compreende ainda uma unidade de conversão estática 9 da energia elétrica, a qual liga o gerador 5 ao ponto de nó de troca de energia 7, e a qual se destina a controlar o fluxo de energia elétrica de e para o gerador 5, e o fluxo de energia elétrica de e para o ponto de nó de troca de energia 7. A unidade 1 compreende, por fim, uma unidade de controle 10, a qual tem por finalidade comandar, de acordo com uma lógica pré-estabelecida, a unidade de conversão 9, o motor térmico 6 e o ponto de nó de troca de energia 7, em função de alguns parâmetros de funcionamento correspondentes.

No exemplo ilustrado, a rede elétrica principal 2 e a rede elétrica secundária 3 são ambas redes elétricas trifásicas, enquanto que o gerador 5 e o motor térmico 6 são respectivamente um motor-gerador assíncrono trifásico e um motor Diesel a explosão.

O ponto de nó de troca de energia 7 é de um tipo conhecido, e tem por finalidade gerenciar, sob o comando da

unidade de controle 10, as conexões entre a rede elétrica principal 2, a rede elétrica secundária 3, e a unidade de conversão 9 de maneira tal que a rede elétrica secundária esteja na condição de distribuir a energia elétrica com frequência de rede F aos consumidores a elas ligados, independentemente da presença ou não de energia elétrica na rede elétrica principal 2. Preferivelmente, mas não necessariamente, o ponto de nó de troca de energia 7 é dotado de proteções direcionais de um tipo conhecido, as quais são do tipo que isolam a rede elétrica principal 2 a partir da rede elétrica secundária 3 e da unidade de conversão 9, quando a rede elétrica principal 2 não está na condição de distribuir energia elétrica e a rede elétrica secundária 3 recebe a energia elétrica da unidade de conversão 9.

No exemplo mostrado, o trocador de calor 8 é constituído por dois elementos, respectivamente indicados por 8a e 8b, sendo que o primeiro deles recupera a energia térmica produzida pelo motor 6 pela subtração do calor da carcaça do motor térmico 6 e eventualmente do gerador 5, e o segundo deles recupera a energia térmica residual pela subtração do calor do gás eliminado que escapa do motor térmico 6 através de um coletor de descarga 11.

Com referência à figura 2, a unidade de conversão 9 compreende um grupo acumulador de energia elétrica 12 de um tipo conhecido, por exemplo, uma pluralidade de acumuladores de chumbo, e duas pontes de conversão à tensão impressa de um tipo conhecido, indicadas pelos números de referência 13 e 14, sendo que a primeira delas liga o grupo acumulador 12 ao gerador 5 e permite um fluxo de energia de e para o próprio gerador 5, e a

rede elétrica principal 2 e também na secundária 3, a energia elétrica de entrada e saída por unidade de tempo da unidade de conversão 9, o regime de rotação do motor térmico 6, ou então do gerador 5, a temperatura do fluido na saída do circuito hidráulico 4, e a quantidade de energia elétrica acumulada no grupo acumulador 12.

A unidade de controle 10 compreende ainda um registrador cronológico 19 de eventos do tipo conhecido no interior do qual são memorizados, de modo seqüencial e por um intervalo de tempo determinado, os sinais enviados pelos sensores 18 e os sinais na saída das centrais 15, 16 e 17, para permitir uma rápida identificação das eventuais anomalias de funcionamento.

A unidade de controle 10 compreende por fim um painel de comando 20 através do qual um operador pode controlar diretamente a central 17, e portanto a unidade 1, e uma rede de comunicação 21 do tipo CAN BUS através da qual a central 17 troca informações com a central 16 e o registrador 19. No exemplo mostrado, a rede de comunicação 21 é dotada de um conector 22 através do qual a unidade de controle 10 pode ser conectada a um dispositivo para o controle à distância (modem ou similar para o controle remoto através de computador pessoal), ou então pode ser conectada com a unidade de controle de uma outra unidade de cogeração para um funcionamento em paralelo.

A central 17 tem por função gerenciar a produção e os fluxos de energia elétrica e térmica de acordo com critérios de avaliação que levam em consideração, entre outras coisas, a disponibilidade de energia elétrica na rede elétrica principal 2,

13 e 14, do tipo trifásico no exemplo mostrado, são comandadas pela unidade de controle 10 e operam de preferência, porém não necessariamente, no modo PWM ("pulse width-modulation", ou seja, "modulação de largura de pulso").

Mais particularmente, a ponte de conversão 13 é de um tipo o qual converte a energia elétrica com frequência de rede L em energia elétrica do tipo contínuo para permitir um fluxo de energia elétrica do gerado 5 para o grupo acumulador 12, ou então é de um tipo o qual converte a energia elétrica do tipo contínuo em energia elétrica com frequência de rede L para permitir um fluxo de energia elétrica do grupo acumulador 12 ao gerador 5.

De maneira análoga, a ponte de conversão 14 é de um tipo o qual converte a energia elétrica do tipo contínuo em energia elétrica com frequência de rede F para permitir um fluxo de energia elétrica do grupo acumulador 12 ao ponto de nó de troca de energia 7, ou então é de um tipo o qual converte a energia elétrica com frequência de rede F proveniente da rede elétrica principal 3 em energia elétrica do tipo contínuo para permitir um fluxo de energia elétrica do ponto de nó de troca de energia 7 ao grupo acumulador 12.

Com referência à figura 3, a unidade de controle 10 é de um tipo modular, e compreende uma central eletrônica de comando 15 para guiar em tempo real as pontes de conversão 13 e 14, uma central eletrônica de supervisão 16 para monitorar os fluxos de energia elétrica produzidos pela central 15, e uma central eletrônica principal 17 para gerenciar totalmente a unidade 1 em função dos sinais recebidos por uma pluralidade de sensores 18 presentes na própria unidade 1. Por exemplo, os sensores 18 têm a finalidade de extrair as tensões presentes na

1. demanda de energia térmica, e por fim o custo de produção 'in
57 loco' da energia térmica e elétrica. Em particular, a central 17
é de um tipo o qual comanda o ponto de nó de troca de energia 7
para estabelecer as conexões oportunas entre a rede elétrica
5 primária 2, a rede elétrica secundária 3 e a unidade de conversão
9, e é ainda de um tipo o qual controla o acionamento e o regime
de rotação do motor térmico 6 em função da energia elétrica e
térmica a ser produzida.

A central 16 tem por finalidade calcular, e enviar
10 para a central 15, os parâmetros de funcionamento das pontes de
conversão 13 e 14 em função dos fluxos de energia elétrica
requeridos na entrada e na saída da unidade de conversão 9, dos
sinais recebidos pelos sensores 18, e da quantidade de energia
elétrica acumulada no grupo acumulador 12.

15 A central 15 tem por função guiar as pontes de
conversão 13 e 14 de acordo com os parâmetros recebidos
diretamente da central 16, controlando em tempo real a amplitude,
a fase e a frequência de rede do trio de tensões em relação ao nó
de troca 7 e do trio de tensões em relação ao gerador 5, de
20 maneira tal a manter em um valor ótimo tanto o " $\cos \varphi$ " da rede
elétrica secundária 3 (de preferência, $\cos \varphi = 1$), quanto o " \cos
 φ " do gerador elétrico 5 em qualquer regime de rotação, ou então
a frequência de rede L. Além disso, a central 15 pode compensar
em tempo real os eventuais distúrbios introduzidos na rede
25 elétrica secundária 3 pelos consumidores mencionados, e desativar
em tempo real as pontes de conversão 13 e 14 no caso de se
manifestar um curto-circuito externo na rede elétrica secundária
3, ou um curto-circuito interno no gerador 5 ou no grupo
acumulador 12.

30 O funcionamento da unidade 1 é distinto do

funcionamento das unidades de conversão já indicadas, devido ao fato que o regime de rotação do motor térmico 6, ou então do gerador 5, não é determinado em função da v de rede da rede elétrica principal 3 a ser substituída, porém, ao invés disso, varia em função da quantidade de energia elétrica e da quantidade de energia térmica necessária por unidade de tempo.

A unidade de controle 10 é de um tipo o qual aciona automaticamente o motor térmico 6 empregando a ponte de conversão 13 para produzir um trio de tensões com uma frequência de rede L de modo a fazer com que o gerador 5, anteriormente estático, a funcionar como motor assíncrono. A energia elétrica necessária para o acionamento do motor térmico 6 pode ser diretamente retirada do grupo acumulador 12, ou então da rede elétrica principal 3 através do nó de troca de energia 7 e da ponte de conversão 14.

A unidade de controle 10 é de um tipo o qual varia o regime de rotação do motor térmico 6 de maneira tal a adequar a energia elétrica e térmica produzidas por unidade de tempo às necessidades destacadas através dos sensores 18 presentes na unidade 1. Uma vez que a energia elétrica produzida por unidade de tempo pelo gerador 5 deve ser substancialmente proporcional à energia térmica produzida por unidade de tempo pelo motor térmico 6, a unidade de controle 10 é de um tipo que dirige uma eventual produção excessiva de energia elétrica para o grupo acumulador 12 para ela ser armazenada, ou então para a rede elétrica principal 1 para ela ser vendida.

Por fim, no caso em que a rede elétrica principal 2 fica próxima do limite máximo de energia elétrica que pode ser

mediante a utilização da ponte de conversão 11 para transferir o ponto de nó de troca de energia 7 a energia elétrica acumulada no grupo acumulador 12.

A principal vantagem da unidade 1 descrita acima é a de ser extremamente flexível, garantindo desse modo um nível de segurança igual, se não superior, ao das unidades de cogeração de média a alta potência.

A unidade 1 apresenta ainda a vantagem de ter um gerenciamento totalmente automático da produção de energia elétrica e térmica que garante sempre o melhor rendimento energético possível em função das demandas energéticas.

A unidade 1 descrita acima apresenta por fim a vantagem marcante de ser obtida de uma forma extremamente econômica ao se empregar componentes já amplamente usufruídos em outros setores industriais.

Reivindicações

1. Unidade para a produção simultânea de energia elétrica e energia térmica, destinada a ser conectada a pelo menos uma rede elétrica e a um consumidor de energia térmica; a referida pelo menos uma rede elétrica tendo por finalidade distribuir energia elétrica com uma primeira frequência de rede (F) constante, a referida unidade caracterizada pelo fato de compreender:

um gerador elétrico (5) para a produção de energia elétrica com uma segunda frequência de rede (L);

um motor térmico (6) para o acionamento do referido gerador elétrico (5) e para a produção de energia térmica;

um trocador de calor (8) para a transferência da energia térmica produzida pelo referido motor térmico (6) ao referido consumidor (4);

uma unidade de conversão (9) para a transferência da energia elétrica com a primeira frequência de rede (F) de e para a referida pelo menos uma rede elétrica (2, 3) e para a transferência da energia elétrica com a segunda frequência de rede (L) de e para o referido gerador elétrico (5); e

uma unidade de controle (10) para o gerenciamento do referido motor térmico (6) e da referida unidade de conversão (9) em função de uma pluralidade de parâmetros de funcionamento.

2. Unidade de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato que a referida unidade de conversão (9) compreende um grupo acumulador de energia elétrica (12), uma primeira ponte de conversão (13) para a tensão impressa que liga a referida unidade de conversão (9) com o referido grupo acumulador

conversão (13) sendo controlada pela referida unidade de controle (10) e tendo por finalidade converter a energia elétrica com a referida segunda frequência de rede (L) em energia elétrica do tipo contínuo, e vice-versa, para permitir um fluxo de energia elétrica de e para o referido gerador elétrico (5); e com a referida segunda ponte de conversão (14) sendo controlada pela referida unidade de controle (10) e tendo por finalidade converter a energia elétrica com a referida primeira frequência de rede (F) em energia elétrica do tipo contínuo, e vice-versa, para permitir um fluxo de energia elétrica de e para a referida pelo menos uma rede elétrica (2, 3).

3. Unidade de acordo com a reivindicação 1 ou 2, adicionalmente caracterizada pelo fato de compreender um ponto de nó de troca de energia (7) ao qual devem ser conectadas a referida unidade de conversão (9), uma rede elétrica principal (2) e uma rede elétrica secundária (3); com a referida rede elétrica principal (3) tendo por finalidade fornecer energia elétrica com a referida primeira frequência de rede (F), e com a referida rede elétrica secundária (3) tendo por finalidade extrair energia elétrica com a referida primeira frequência de rede (F), e com o referido ponto de nó de troca de energia (7) tendo por finalidade gerenciar, sob o comando da referida unidade de controle (10), as conexões entre a referida rede elétrica principal (2), a referida rede elétrica secundária (3) e a referida unidade de conversão (9).

4. Unidade de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato que a referida unidade de controle (10) compreende uma pluralidade de centrais eletrônicas (15, 16, 17) que se comunicam entre si através de uma rede de comunicação

(21); com pelo menos uma das referidas centrais (15, 16, 17) estando conectada a sensores (18) que têm por finalidade destacar os referidos parâmetros de funcionamento.

5. Unidade de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato que pelo menos uma das referidas centrais eletrônicas (15, 16, 17) é uma central eletrônica de comando (15) a qual tem por finalidade guiar a referida unidade de conversão (9) de uma maneira tal a compensar em tempo real os eventuais distúrbios introduzidos na referida pelo menos uma rede elétrica (2, 3) pelos consumidores de energia elétrica conectados á referida pelo menos uma rede elétrica (2, 3).

6. Unidade de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato que a referida unidade de controle (10) compreende um dispositivo de memorização (19) no interior do qual são memorizados, em modo seqüencial e por um intervalo de tempo determinado, os sinais enviados pelos referidos sensores (18) e os sinais de saída das centrais (15, 16, 17) para permitir uma rápida identificação de eventuais anomalias de funcionamento.

7. Unidade de acordo com a reivindicação 4 ou 6, caracterizada pelo fato que a rede de comunicação (10) é dotada de um conector (22) através do qual a própria unidade de controle (10) pode ser conectada a dispositivos externos para o intercâmbio de dados.

8. Unidade de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato que o referido gerador elétrico (5) é um motor-gerador assíncrono trifásico.

Resumo

"UNIDADE PARA A PRODUÇÃO SIMULTÂNEA DE ENERGIA ELÉTRICA E ENERGIA
TÉRMICA"

A presente invenção se refere a uma unidade de
5 cogeração (1), a qual compreende um gerador elétrico (5) do tipo
assíncrono para a produção de energia elétrica, um motor térmico
(6) para manter o gerador elétrico (5) girando e para a produção
de energia térmica, uma unidade de conversão (9) de energia
elétrica para converter a energia elétrica com frequência de rede
10 variável (L) na saída do gerador elétrico (5) em energia elétrica
com frequência de rede constante (F) a ser enviada a uma rede
elétrica (2, 3) conectada à própria unidade de cogeração (1), e
uma unidade de controle a qual presta-se a controlar o motor
térmico (6) e a unidade de conversão (9) em função de demanda de
15 energia elétrica e energia térmica dos consumidores externos.

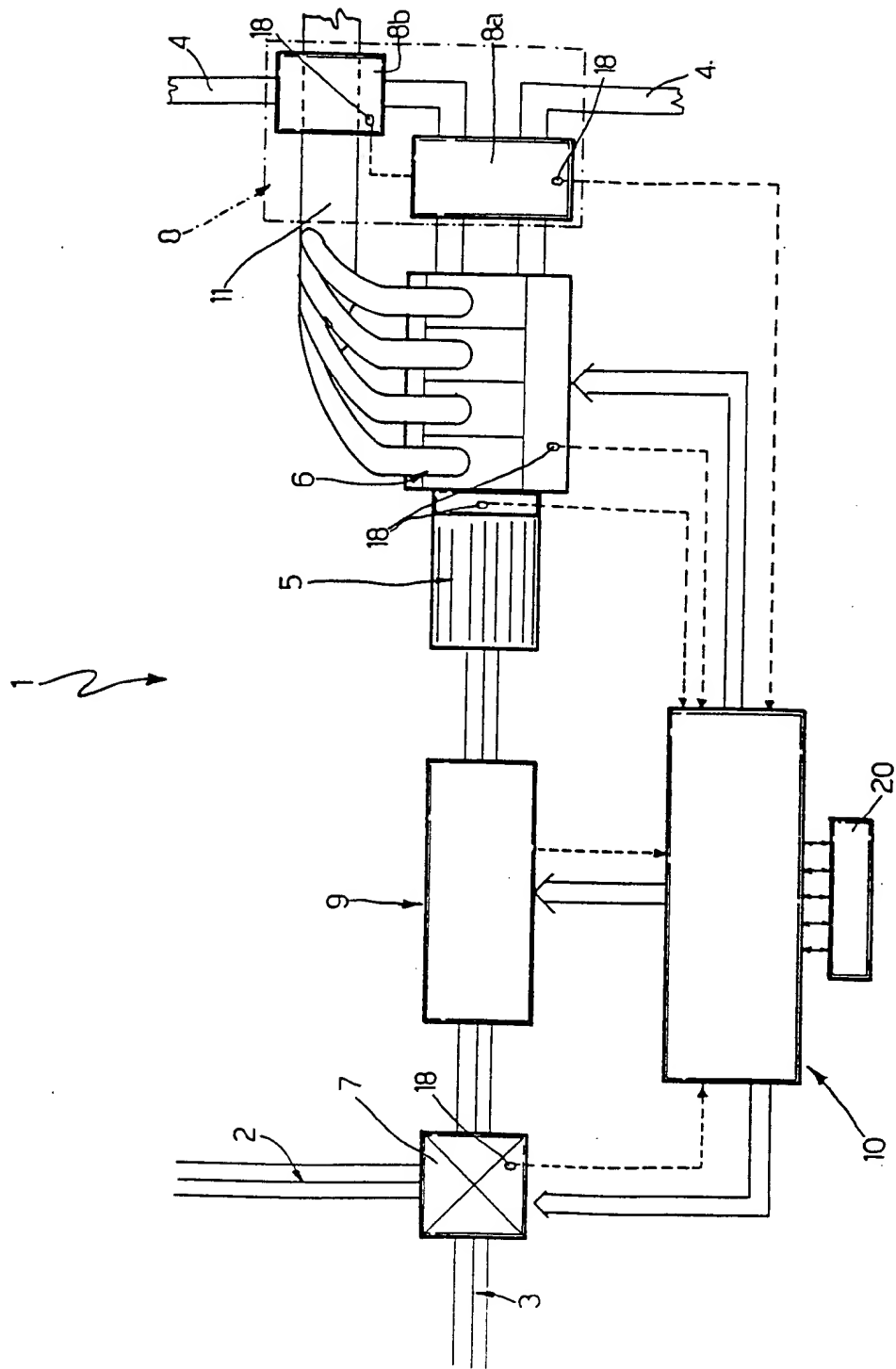


Fig.1

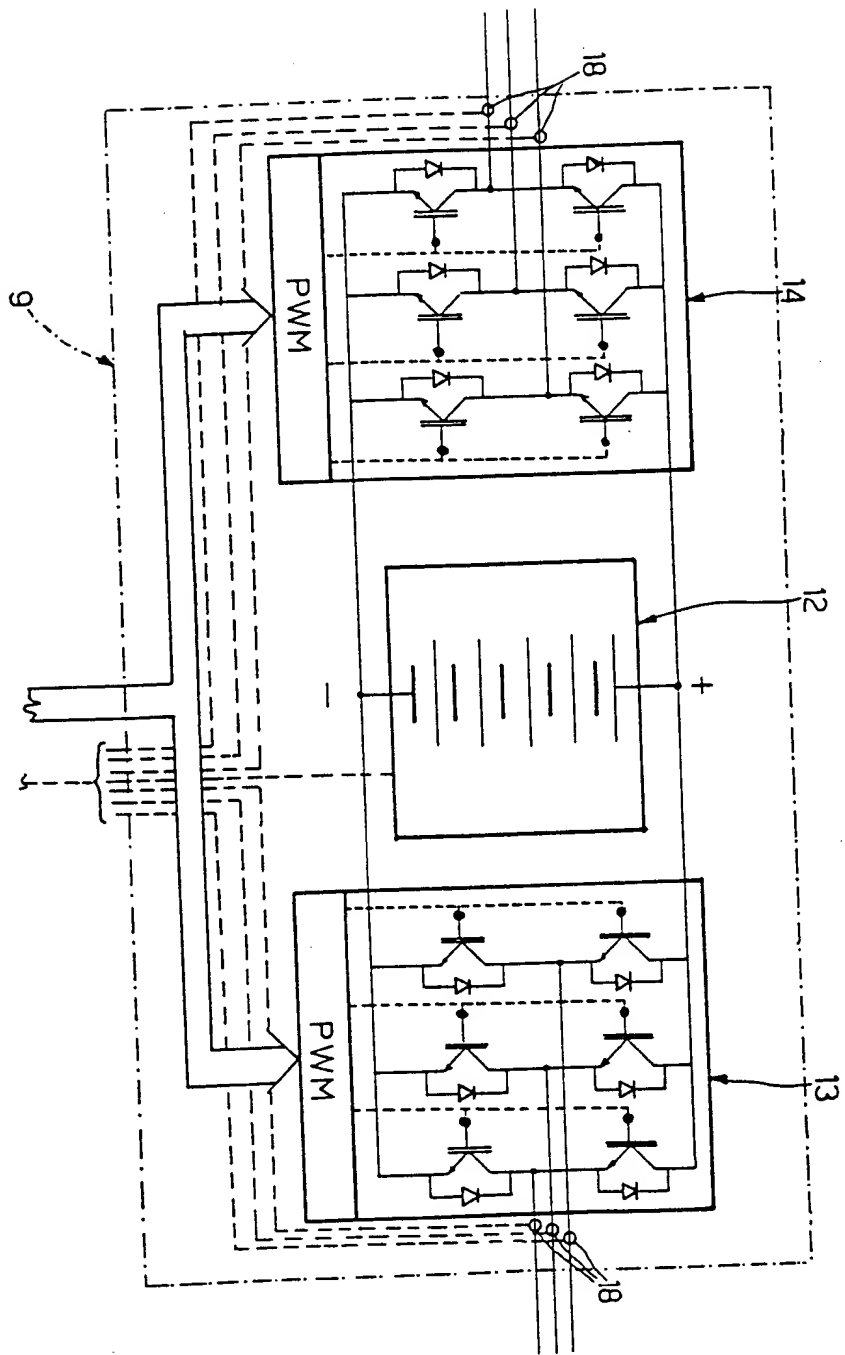


Fig.2

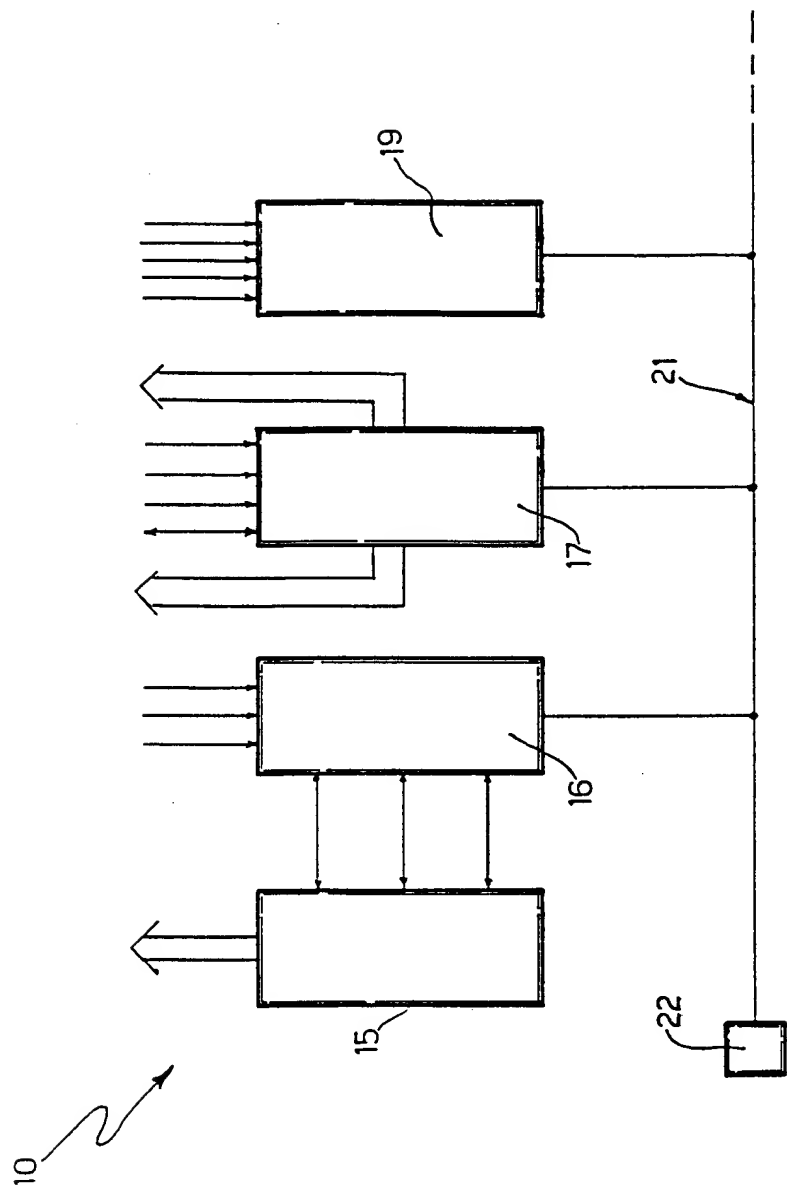


Fig.3

DERWENT-ACC-NO: 1999-459093
DERWENT-WEEK: 200134
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Simultaneous asynchronous electrical and heat
energy generator + - has
a reversible energy converter and a variable grid frequency
auxiliary
electrical generator

INVENTOR: ZANARINI, S

PATENT-ASSIGNEE: ELETTRONICA SANTERNO SPA[ELSAN]

PRIORITY-DATA: 1997IT-BO00091 (February 25, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
IT 1290700 B	December 10, 1998	N/A
000	F02G 000/00	
BR 9800735 A	July 13, 1999	N/A
000	F02G 005/02	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
IT 1290700B	N/A	1997IT-BO00091
February 25, 1997		
BR 9800735A	N/A	1998BR-0000735
February 19, 1998		

INT-CL (IPC): F02G000/00; F02G005/02 ; H02K057/00

ABSTRACTED-PUB-NO: BR 9800735A

BASIC-ABSTRACT: No information given.

TITLE-TERMS:

SIMULTANEOUS ASYNCHRONOUS ELECTRIC HEAT ENERGY GENERATOR
REVERSE ENERGY
CONVERTER VARIABLE GRID FREQUENCY AUXILIARY ELECTRIC
GENERATOR

DERWENT-CLASS: Q52 V06 X11

EPI-CODES: V06-M06; X11-H09;